

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-269576

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl.

H01S 3/094

H01S 3/131

(21)Application number : 11-073493

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 18.03.1999

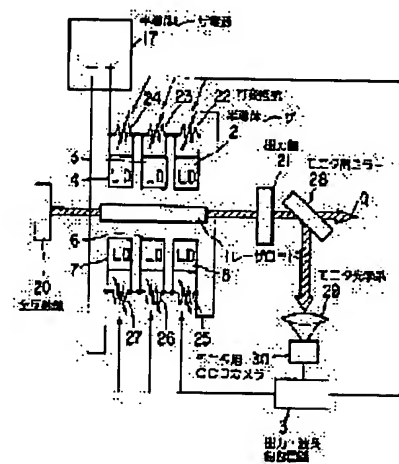
(72)Inventor : AKIYAMA YASUHIRO
OKUMA SHINJI

(54) SOLID-STATE LASER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably extract laser light of symmetrical intensity distribution by uniformly adjusting the excitation distribution.

SOLUTION: Excitation distribution of a laser rod 1, when the laser rod 1 is irradiated with an excitation light generated by semiconductor lasers 2 to 7, is monitored by a CCD camera 30 for monitoring from a mirror 28 for monitoring through a monitor optical system 29. Based on the monitored excitation distribution of the laser rod 1, variable resistors 22-27 which are respectively connected in parallel with the semiconductor lasers 2 to 7 are adjusted by an output/wavelength control circuit 31 for controlling the output and wavelength of each of the semiconductor lasers 2 to 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

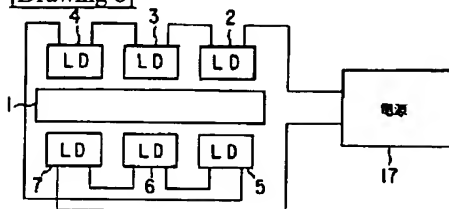
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

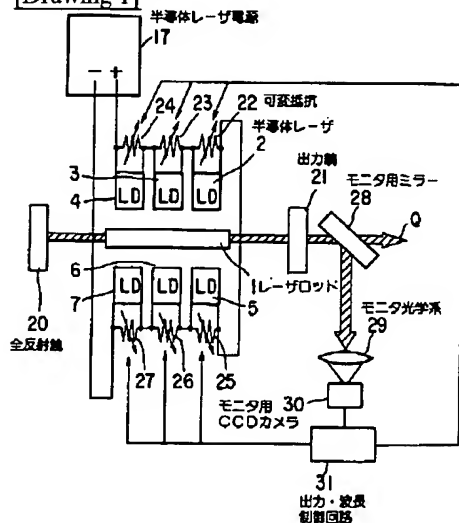
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

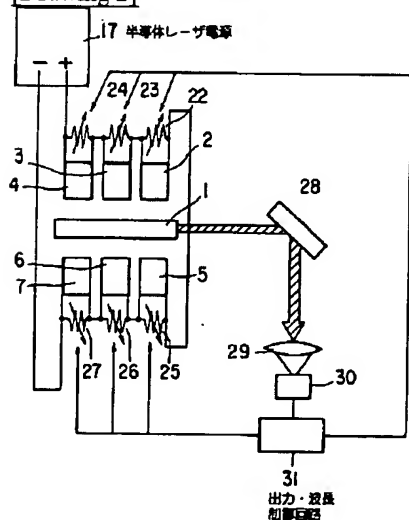
[Drawing 8]



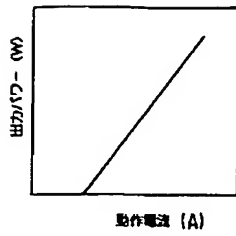
[Drawing 1]



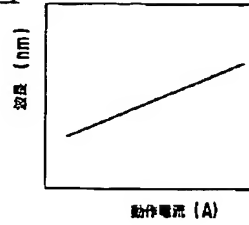
[Drawing 2]



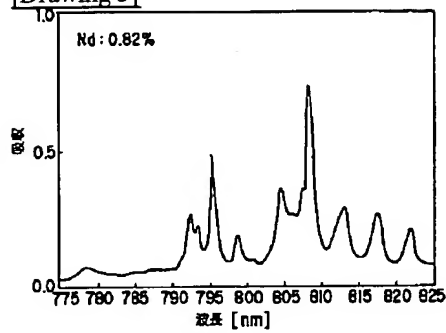
[Drawing 3]



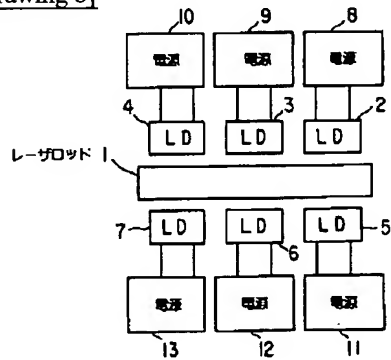
[Drawing 4]



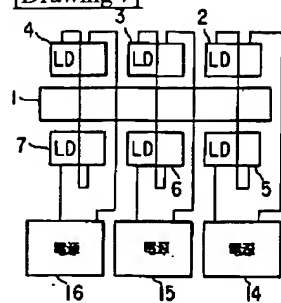
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the solid-state-laser equipment which carries out optical pumping of the solid-state-laser medium, and generates a laser beam.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, semiconductor laser excitation solid-state-laser equipment had the laser rod as a solid-state-laser medium, by carrying out optical pumping of this laser rod, amplified the light which generates a laser beam and was generated from the laser rod by arranging this laser rod in an optical resonator by the optical resonator, and has carried out the oscillation output.

[0003] As the excitation light source which carries out optical pumping of the laser rod in such solid-state-laser equipment, an arc lamp, a flash lamp, or semiconductor laser (LD) is known, for example, and, recently, the semiconductor laser which can output the excitation light of the predetermined wavelength absorbed by the laser rod is used more often. It is possible by using this semiconductor laser to perform optical pumping of a laser rod efficiently.

[0004] However, since the wavelength of semiconductor laser changes with the cooling temperature to the output of semiconductor laser, and semiconductor laser remarkably, the output control and temperature control to semiconductor laser are needed.

[0005] Then, about the output control of semiconductor laser, in order to control the output of semiconductor laser as indicated by JP,8-321651,A, for example, there are some which control the transistor which drives each semiconductor laser by CPU.

[0006] Moreover, about the temperature control of semiconductor laser, it controls so that the temperature of semiconductor laser becomes fixed as a cooling means using an air-cooling fan as indicated by JP,8-204263,A, for example, and there are some which attain stabilization of the output of solid-state-laser equipment.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order to control each semiconductor laser independently, in performing wiring from a power supply to each semiconductor laser of each and using many especially semiconductor laser, many power supplies and wiring are needed, and there is a fault that the whole equipment is enlarged.

[0008] For example, drawing 6 shows an example of the composition of the power system to two or more semiconductor laser, makes 1 set what has been further arranged on this periphery, and is arranged two or more sets at the longitudinal direction of a laser rod while two or more semiconductor laser 2-7 is arranged in the diameter direction of a laser rod 1 at the periphery side of a laser rod 1 at a periphery top. And each direct-current constant current power supplies 8-13 are connected to every piece of these semiconductor laser 2-7, respectively. In such a power system, many direct-current constant current power supplies 8-13 and wiring of those are needed, and there is a fault that the whole equipment is enlarged.

[0009] There is a power system as shown in drawing 7 in order to lessen the number of power supplies for example. this power system -- the inside of each semiconductor laser 2-7 -- two semiconductor laser 2 and 5, 3, and 6, 4 and 7 -- it has the composition of having connected one direct-current constant current power supplies 14, 15, and 16 for every each. However, there is a fault which about [that control of each semiconductor laser 2 - 7 each cannot be performed] or three direct-current constant current power supplies 14, 15, and 16 are needed, and also shows such composition to drawing 6 that the whole equipment as well as equipment is enlarged.

[0010] Then, there is a power system which connected each semiconductor laser 2-7 to the direct-current constant current power supply 17 in series as shown in drawing 8 . Although the miniaturization of the whole equipment can be attained only by using one direct-current constant current power supply 17 with such composition. If dispersion is in the quantity of light of the laser beam outputted from each semiconductor laser 2-7, since control of each semiconductor laser 2 - 7 each cannot be performed. It becomes uneven, the excitation distribution of a laser rod 1 is stabilized and cannot add the laser beam of a symmetrical configuration, but even if it is going to control the output of each semiconductor laser 2-7 in order to improve this, it has difficult composition.

[0011] And further, with the technology of JP,8-321651,A, reference is not made about the problem of the optical-pumping unevenness of a laser rod, but the transistor element which is not not much strong with heat is used.

[0012] Then, this invention can adjust the excitation distribution of a laser rod uniformly, and aims at offering the solid-state-laser equipment which is stabilized and can add the laser beam of a symmetrical configuration.

[0013]

[Means for Solving the Problem] this invention according to claim 1 is solid-state-laser equipment equipped with two or more output-control meanses of semiconductor laser each to control an output at least, in the solid-state-laser equipment which excites a solid-state-laser medium and generates a laser beam by irradiating the excitation light outputted from two or more semiconductor laser at a solid-state-laser medium.

[0014] this invention according to claim 2 has two or more output-control meanses of semiconductor laser each to control an output at least, in solid-state-laser equipment according to claim 1 based on the excitation distribution of a solid-state-laser medium in which the monitor was carried out by a monitor means by which an output-control means carries out the monitor of the excitation distribution of a solid-state-laser medium, and this monitor means.

[0015] In solid-state-laser equipment according to claim 1, an output-control means adjusts two or more variable resistance based on two or more variable resistance by which parallel connection was carried out to each to the monitor means which carries out the monitor of the excitation distribution of a solid-state-laser medium, and two or more semiconductor laser, and the excitation distribution of a solid-state-laser medium in which the monitor was carried out by the monitor means, and this invention according to claim 3 has two or more output-control circuits of semiconductor laser each which control an output at least.

[0016] In solid-state-laser equipment according to claim 1, 2, or 3, the series connection of two or more semiconductor laser is carried out for this invention according to claim 4.

[0017]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of 1 operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0018] Drawing 1 is the whole solid-state-laser equipment block diagram.

[0019] The total reflection mirror 20 and the output mirror 21 are arranged, respectively, and the laser cavity is formed in the longitudinal direction side (the direction side of an optical axis) of a laser rod 1. While two or more semiconductor laser 2-7 is arranged in the diameter direction of a laser rod 1 like the above by the periphery side of this laser rod 1 at a periphery top, two or more sets are arranged at the longitudinal direction of a laser rod 1 at it, using as 1 set what has been further arranged on this periphery.

[0020] Parallel connection of each variable resistance 22-27 for constituting the output-control means for controlling each output and wavelength is carried out to these semiconductor laser 2-7 to each semiconductor laser 2-7, respectively about these semiconductor laser 2-7.

[0021] And the semiconductor laser power supply (direct-current constant current power supply) 17 is connected to these semiconductor laser 2-7.

[0022] On the other hand, on the optical path of laser beam Q oscillated from a laser cavity, the mirror 28 for monitors for constituting the monitor means which carries out the monitor of the excitation distribution of a laser rod 1 is arranged, and CCD camera 30 for monitors is formed through the monitor optical system 29 the reflected light on the street of this mirror 28 for monitors.

[0023] This CCD camera 30 for monitors carries out the monitor of the excitation distribution of a laser rod 1, and in order to adjust each output and wavelength in the case 2-7 of this monitor, i.e., semiconductor laser, in case each variable resistance 22-27 is set up, the total reflection mirror 20 and the output mirror 21 which form a laser cavity as shown in drawing 2 are removed.

[0024] An output and the wavelength control circuit 31 adjust each variable resistance 22-27 individually based on the excitation distribution of a laser rod 1 in which the monitor was carried out by CCD camera 30 for monitors, respectively, and has the function which carries out feedback control of each output and wavelength about each semiconductor laser 2-7.

[0025] Next, an operation of the constituted equipment is explained like the above.

[0026] In order to adjust the output and wavelength of each semiconductor laser 2-7, in case the resistance of each variable resistance 22-27 is set up, the total reflection mirror 20 and the output mirror 21 which form a laser cavity as shown in drawing 2 are removed.

[0027] Power is supplied to this state from the semiconductor laser power supply 17 at each semiconductor laser 2-7, excitation light is outputted from these semiconductor laser 2-7, respectively, and a laser rod 1 irradiates. Thereby, a laser rod 1 is excited and emits light.

[0028] It reflects by the mirror 28 for monitors, and image formation of the light which emitted light by this laser rod 1 is carried out to CCD camera 30 for monitors with the monitor optical system 29. This CCD camera 30 for monitors picturizes the light from a laser rod 1, and sends the image data of an excitation distribution of a laser rod 1 to an output and the wavelength control circuit 31.

[0029] This output and wavelength control circuit 31 send out each control signal to each variable resistance 22-27, respectively so that the excitation distribution of this laser rod 1 may become uniform based on the excitation distribution of a laser rod 1 in which the monitor was carried out by CCD camera 30 for monitors. Thereby, feedback control of each output and wavelength is carried out about each semiconductor laser 2-7, and the excitation distribution of a laser rod 1 becomes uniform.

[0030] The total reflection mirror 20 and the output mirror 21 which form a laser cavity on the optical axis of a laser rod 1 are attached after each output or control of wavelength about these semiconductor laser 2-7.

[0031] Here, the property of semiconductor laser 2-7 is explained.

[0032] Drawing 3 shows the relation of an output to the semiconductor laser operating current, and semiconductor laser 2-7 has the property which an output increases to alignment mostly, if a threshold is exceeded.

[0033] Moreover, drawing 4 shows the typical relation with the semiconductor laser wavelength to semiconductor laser current. If

semiconductor laser package temperature rises by 10 degrees C, about 3nm of semiconductor laser wavelength will become long. That is, if the current value which flows to semiconductor laser becomes large, since semiconductor laser package temperature will also become high, it has the inclination for semiconductor laser wavelength to also become long. Therefore, control of wavelength also becomes possible by control of current value at least.

[0034] On the other hand, the absorption coefficient to the semiconductor laser wavelength of a laser rod 1 has the property which changes remarkably with wavelength. Drawing 5 shows the absorption coefficient in a Nd:YAG crystal as a laser rod 1.

[0035] As semiconductor laser 2-7 which has the above properties, it is difficult for commercial semiconductor laser for dispersion to be in an output or wavelength and to obtain an excitation distribution uniform and symmetrical with a laser rod 1 at the same same current and cooling temperature.

[0036] It is necessary to set up each variable resistance 22-27 so that the excitation distribution of this laser rod 1 may become uniform from such the actual condition based on the excitation distribution of a laser rod 1 like the above, and it is necessary to carry out feedback control of the output and wavelength of each semiconductor laser 2 - 7 each.

[0037] Since it is the method which controls the current value which connects variable resistance 22-27 in parallel to each semiconductor laser 2-7, and flows to each semiconductor laser 2-7 when it explains with a concrete numeric value, in the case of the element of continuous-out-put 20W, the resistance of each semiconductor laser 2-7 is at most 0.02ohms, and the rated operating current is about 30A. What is necessary is just to set the value of these variable resistance 22-27 to 0.2 ohms, when controlling making current 3A by each variable resistance 22-27. moreover, this time -- the power consumption in each variable resistance 22-27 -- at most -- it is 1.8W and fully corresponding by commercial variable resistance is possible

[0038] Thus, the monitor of the excitation distribution of the laser rod 1 when irradiating the excitation light outputted from each semiconductor laser 2-7 in the gestalt of the 1 above-mentioned implementation at a laser rod 1 is carried out. Since the output and wavelength of each semiconductor laser 2 - 7 each are controlled based on this excitation distribution of a laser rod 1 by which the monitor was carried out Without many power supplies and wiring of those becoming unnecessary, and also enlarging the whole equipment, the excitation distribution of a laser rod 1 can be adjusted uniformly, it is stabilized and the laser beam of a symmetrical configuration can be taken out.

[0039] In addition, this invention is not limited to the gestalt of the 1 above-mentioned implementation, and may deform as follows.

[0040] For example, the means which carries out the monitor of the excitation distribution of a laser rod 1 inserts the mirror 28 for monitors between the total reflection mirrors 20 and the output mirrors 21 which constitute a laser cavity, and it may be made to carry out a monitor.

[0041]

[Effect of the Invention] As a full account was given above, according to this invention, the excitation distribution of a laser rod can be adjusted uniformly, and the solid-state-laser equipment which is stabilized and can add a laser beam with symmetrical intensity distribution can be offered.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Solid-state-laser equipment characterized by providing two or more output-control meanses of aforementioned semiconductor laser each to control an output at least in the solid-state-laser equipment which excites the aforementioned solid-state-laser medium and generates a laser beam by irradiating the excitation light outputted from two or more semiconductor laser at a solid-state-laser medium.

[Claim 2] The aforementioned output-control means is solid-state-laser equipment according to claim 1 characterized by having two or more output-control meanses of aforementioned semiconductor laser each to control an output at least, based on the excitation distribution of the aforementioned solid-state-laser medium in which the monitor was carried out by the monitor means which carries out the monitor of the excitation distribution of the aforementioned solid-state-laser medium, and this monitor means.

[Claim 3] The aforementioned output-control means is solid-state-laser equipment according to claim 1 characterized by to adjust two or more aforementioned variable resistance based on two or more variable resistance by which parallel connection was carried out to each to the monitor means which carries out the monitor of the excitation distribution of the aforementioned solid-state-laser medium, and two or more aforementioned semiconductor laser, and the excitation distribution of the aforementioned solid-state-laser medium in which the monitor was carried out by the aforementioned monitor means, and to have two or more output-control circuits of aforementioned semiconductor-laser each which control an output at least.

[Claim 4] Two or more aforementioned semiconductor laser is solid-state-laser equipment according to claim 1, 2, or 3 characterized by carrying out a series connection.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-269576

(P2000-269576A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 S 3/094

3/131

識別記号

F I

H 0 1 S 3/094

3/131

テームト* (参考)

S 5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全5頁)

(21) 出願番号

特願平11-73493

(22) 出願日

平成11年3月18日 (1999.3.18)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 秋山 靖裕

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株

式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 大熊 慎治

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株

式会社東芝生産技術研究所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

Fターム(参考) 5F072 AB02 AK01 HH02 HH03 JJ05

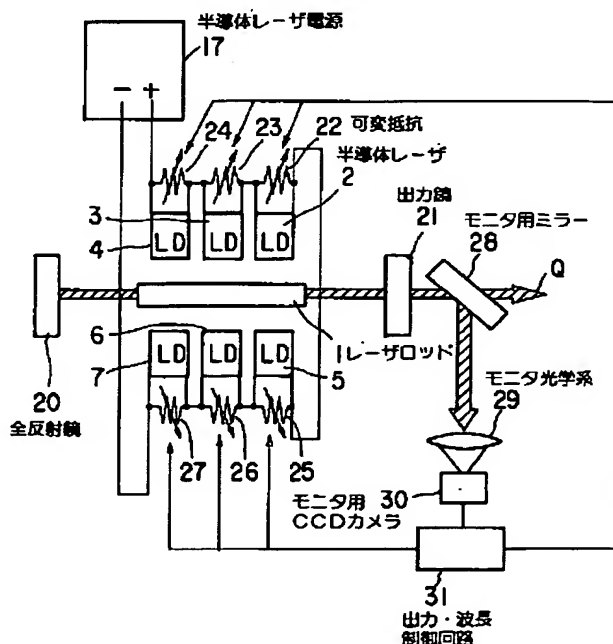
KK05 PP07

(54) 【発明の名称】 固体レーザー装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、レーザーロッドの励起分布を均一に調整できて、対称な強度分布のレーザー光を安定して取り出すことができる。

【解決手段】各半導体レーザー2～7から出力される励起光をレーザーロッド1に照射したときのレーザーロッド1の励起分布をモニタ用ミラー28からモニタ光学系29を通してモニタ用CCDカメラ30によりモニタし、このモニタされたレーザーロッド1の励起分布に基づいて出力・波長制御回路31によって各半導体レーザー2～7のそれぞれに並列接続された各可変抵抗22～27を調整し、各半導体レーザー2～7個々の出力や波長を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の半導体レーザから出力される励起光を固体レーザ媒質に照射することにより前記固体レーザ媒質を励起してレーザ光を発生する固体レーザ装置において、

複数の前記半導体レーザ個々の少なくとも出力を制御する出力制御手段、を具備したことを特徴とする固体レーザ装置。

【請求項2】 前記出力制御手段は、前記固体レーザ媒質の励起分布をモニタするモニタ手段と、

このモニタ手段によりモニタされた前記固体レーザ媒質の励起分布に基づいて複数の前記半導体レーザ個々の少なくとも出力を制御する出力制御手段と、を有することを特徴とする請求項1記載の固体レーザ装置。

【請求項3】 前記出力制御手段は、前記固体レーザ媒質の励起分布をモニタするモニタ手段と、
複数の前記半導体レーザに対してそれぞれに並列接続された複数の可変抵抗と、

前記モニタ手段によりモニタされた前記固体レーザ媒質の励起分布に基づいて複数の前記可変抵抗を調整し、複数の前記半導体レーザ個々の少なくとも出力を制御する出力制御回路と、を有することを特徴とする請求項1記載の固体レーザ装置。

【請求項4】 複数の前記半導体レーザは、直列接続されたことを特徴とする請求項1、2又は3記載の固体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体レーザ媒質を光励起してレーザ光を発生する固体レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に半導体レーザ励起固体レーザ装置は、固体レーザ媒質としてのレーザロッドを有し、このレーザロッドを光励起することによりレーザ光を発生するもので、このレーザロッドを光共振器内に配置することによりレーザロッドから発生した光を光共振器によって増幅し、発振出力するものとなっている。

【0003】このような固体レーザ装置においてレーザロッドを光励起する励起光源としては、例えばアークランプ、フラッシュランプ或いは半導体レーザ(LD)が知られており、最近では、レーザロッドに吸収される所定の波長の励起光を出力することのできる半導体レーザが用いられることが多くなっている。この半導体レーザを用いることによりレーザロッドの光励起を効率よく行うことが可能となっている。

【0004】ところが、半導体レーザの波長は、半導体レーザの出力及び半導体レーザに対する冷却温度によって著しく変化することから半導体レーザに対する出力制御及び温度制御が必要となる。

【0005】そこで、半導体レーザの出力制御については、例えば特開平8-321651号公報に記載されているように半導体レーザの出力を制御するために個々の半導体レーザを駆動するトランジスタをCPUによって制御するものがある。

【0006】又、半導体レーザの温度制御については、例えば特開平8-204263号公報に記載されているように冷却手段として空冷ファンを使用して半導体レーザの温度が一定になるように制御し、固体レーザ装置の出力の安定化を図るものがある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、個々の半導体レーザを独立に制御するためには、個々の半導体レーザそれぞれに対して電源から配線を行う必要が生じ、特に多数の半導体レーザを使用する場合には、多数の電源及び配線が必要となり、装置全体が大型化するという欠点がある。

【0008】例えば、図6は複数の半導体レーザに対する電源系統の構成の一例を示しており、レーザロッド1の外周側には、複数の半導体レーザ2～7がレーザロッド1の直径方向に円周上に配置されるとともに、さらにこの円周上に配置したものを1組としてレーザロッドの長手方向に複数組配置されている。そして、これら半導体レーザ2～7の1個1個には、それぞれ各直流定電流電源8～13が接続されている。このような電源系統では、多数の直流定電流電源8～13及びその配線が必要となり、装置全体が大型化するという欠点がある。

【0009】電源の数を少なくするために例えば図7に示すような電源系統がある。この電源系統は、各半導体レーザ2～7のうち2つの半導体レーザ2と5、3と6、4と7それぞれ毎に1つの直流定電流電源14、15、16を接続した構成となっている。しかしながら、このような構成でも各半導体レーザ2～7個々の制御ができないばかりか3つの直流定電流電源14、15、16が必要となって図6に示す装置同様に装置全体が大型化するという欠点がある。

【0010】そこで、図8に示すように各半導体レーザ2～7を直列に直流定電流電源17に接続した電源系統がある。このような構成であれば、1つの直流定電流電源17を用いるのみで装置全体の小型化が図れるが、各半導体レーザ2～7から出力されるレーザ光の光量にばらつきがあると、各半導体レーザ2～7個々の制御ができないので、レーザロッド1の励起分布が不均一となってしまう、対称な形状のレーザ光を安定して取り出すことができず、これを改善しようと各半導体レーザ2～7の出力を制御しようとしても困難な構成となっている。

【0011】そして、さらに特開平8-321651号公報の技術では、レーザロッドの光励起むらの問題について言及しておらず熱にあまり強くないトランジスタ素子を用いている。

10

20

30

40

50

【0012】そこで本発明は、レーザロッドの励起分布を均一に調整できて、対称な形状のレーザ光を安定して取り出すことができる固体レーザ装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の本発明は、複数の半導体レーザから出力される励起光を固体レーザ媒質に照射することにより固体レーザ媒質を励起してレーザ光を発生する固体レーザ装置において、複数の半導体レーザ個々の少なくとも出力を制御する出力制御手段を備えた固体レーザ装置である。

【0014】請求項2記載の本発明は、請求項1記載の固体レーザ装置において、出力制御手段は、固体レーザ媒質の励起分布をモニタするモニタ手段と、このモニタ手段によりモニタされた固体レーザ媒質の励起分布に基づいて複数の半導体レーザ個々の少なくとも出力を制御する出力制御手段と、を有するものである。

【0015】請求項3記載の本発明は、請求項1記載の固体レーザ装置において、出力制御手段は、固体レーザ媒質の励起分布をモニタするモニタ手段と、複数の半導体レーザに対してそれぞれに並列接続された複数の可変抵抗と、モニタ手段によりモニタされた固体レーザ媒質の励起分布に基づいて複数の可変抵抗を調整し、複数の半導体レーザ個々の少なくとも出力を制御する出力制御回路と、を有するものである。

【0016】請求項4記載の本発明は、請求項1、2又は3記載の固体レーザ装置において、複数の半導体レーザは、直列接続されている。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。

【0018】図1は固体レーザ装置の全体構成図である。

【0019】レーザロッド1の長手方向側（光軸方向側）には、それぞれ全反射鏡20と出力鏡21とが配置されてレーザ共振器が形成されている。このレーザロッド1の外周側には、上記同様に複数の半導体レーザ2～7がレーザロッド1の直径方向に円周上に配置されるとともに、さらにこの円周上に配置したものを1組としてレーザロッド1の長手方向に複数組配置されている。

【0020】これら半導体レーザ2～7には、これら半導体レーザ2～7について個々の出力や波長を制御するための出力制御手段を構成するための各可変抵抗22～27が各半導体レーザ2～7に対してそれぞれ並列接続されている。

【0021】そして、これら半導体レーザ2～7には、半導体レーザ電源（直流定電流電源）17が接続されている。

【0022】一方、レーザ共振器から発振されるレーザ光Qの光路上には、レーザロッド1の励起分布をモニタ

するモニタ手段を構成するためのモニタ用ミラー28が配置され、このモニタ用ミラー28の反射光路上にモニタ光学系29を介してモニタ用CCDカメラ30が設けられている。

【0023】このモニタ用CCDカメラ30は、レーザロッド1の励起分布をモニタするもので、このモニタの際すなわち半導体レーザ2～7について個々の出力及び波長を調整するための各可変抵抗22～27を設定する際には、図2に示すようにレーザ共振器を形成する全反射鏡20及び出力鏡21が取り外されるものとなっている。

【0024】出力・波長制御回路31は、モニタ用CCDカメラ30によりモニタされたレーザロッド1の励起分布に基づいて各可変抵抗22～27をそれぞれ個別に調整し、各半導体レーザ2～7について個々の出力及び波長をフィードバック制御する機能を有している。

【0025】次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0026】各半導体レーザ2～7の出力及び波長を調整するために各可変抵抗22～27の抵抗値を設定する際には、図2に示すようにレーザ共振器を形成する全反射鏡20及び出力鏡21が取り外される。

【0027】この状態に半導体レーザ電源17から各半導体レーザ2～7に電力が供給され、これら半導体レーザ2～7からそれぞれ励起光が出力されてレーザロッド1に照射される。これにより、レーザロッド1は、励起されて発光する。

【0028】このレーザロッド1で発光された光は、モニタ用ミラー28で反射し、モニタ光学系29でモニタ用CCDカメラ30に結像する。このモニタ用CCDカメラ30は、レーザロッド1からの光を撮像し、レーザロッド1の励起分布の画像データを出力・波長制御回路31に送る。

【0029】この出力・波長制御回路31は、モニタ用CCDカメラ30によりモニタされたレーザロッド1の励起分布に基づいてこのレーザロッド1の励起分布が均一となるように各可変抵抗22～27に対してそれぞれ各制御信号を送出する。これにより、各半導体レーザ2～7について個々の出力や波長がフィードバック制御され、レーザロッド1の励起分布が均一となる。

【0030】これら半導体レーザ2～7について個々の出力や波長の制御の後、レーザロッド1の光軸上にレーザ共振器を形成する全反射鏡20及び出力鏡21が取り付けられる。

【0031】ここで、半導体レーザ2～7の特性について説明する。

【0032】図3は半導体レーザ動作電流に対する出力の関係を示しており、半導体レーザ2～7はしきい値を超えるとほぼ線形に出力が増加する特性を有している。

【0033】又、図4は半導体レーザ電流に対する半導

体レーザー波長との典型的な関係を示している。半導体レーザー波長は、半導体レーザーパッケージ温度が 10°C 上昇すると約 3nm 長くなる。すなわち、半導体レーザーに流れる電流値が大きくなると、半導体レーザーパッケージ温度も高くなるので、半導体レーザー波長も長くなる傾向を有している。よって、少なくとも電流値の制御で波長の制御も可能となる。

【0034】一方、レーザーロッド1の半導体レーザー波長に対する吸収係数は、波長によって著しく異なる性質を持っている。図5はレーザーロッド1としてNd:YAG結晶の場合の吸収係数を示す。

【0035】以上のような特性を有する半導体レーザー2～7として、例えば市販の半導体レーザーには、出力や波長にばらつきがあり、同一電流、同一冷却温度では、レーザーロッド1に均一で対称な励起分布を得ることは難しい。

【0036】このような実情から上記の如くレーザーロッド1の励起分布に基づいてこのレーザーロッド1の励起分布が均一となるように各可変抵抗22～27を設定し、各半導体レーザー2～7個々の出力や波長をフィードバック制御する必要がある。

【0037】具体的な数値をもって説明すると、各半導体レーザー2～7に対して並列に可変抵抗22～27を接続して各半導体レーザー2～7に流れる電流値を制御する方式なので、各半導体レーザー2～7の抵抗値は、連続出力 20W の素子の場合、高々 0.02Ω であり、定格動作電流は 30A 程度である。各可変抵抗22～27により投入電流 3A の制御を行う場合、これら可変抵抗22～27の値は 0.2Ω とすればよい。又、このとき各可変抵抗22～27での消費電力は、高々 1.8W であり、市販の可変抵抗で十分に対応することが可能である。

【0038】このように上記一実施の形態においては、各半導体レーザー2～7から出力される励起光をレーザーロッド1に照射したときのレーザーロッド1の励起分布をモニタし、このモニタされたレーザーロッド1の励起分布に基づいて各半導体レーザー2～7個々の出力や波長を制御するので、多くの電源やその配線が不要となり、装置全体も大型化することなく、レーザーロッド1の励起分布を均一に調整でき、対称な形状のレーザー光を安定して取

り出すことができる。

【0039】なお、本発明は、上記一実施の形態に限定されるものでなく次の通り変形してもよい。

【0040】例えば、レーザーロッド1の励起分布をモニタする手段は、レーザー共振器を構成する全反射鏡20と出力鏡21との間にモニタ用ミラー28を挿入してモニタするようにしてもよい。

【0041】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、レーザーロッドの励起分布を均一に調整できて、対称な強度分布をもったレーザー光を安定して取り出すことができる固体レーザー装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる固体レーザー装置の一実施の形態を示す全体構成図。

【図2】同装置における半導体レーザーの出力及び波長の調整時の構成を示す図。

【図3】半導体レーザー動作電流に対する出力の関係を示す図。

【図4】半導体レーザー電流に対する半導体レーザー波長との典型的な関係を示す図。

【図5】レーザーロッドとしてNd:YAG結晶の場合の吸収係数を示す図。

【図6】従来における固体レーザー装置に用いる電源系統の構成図。

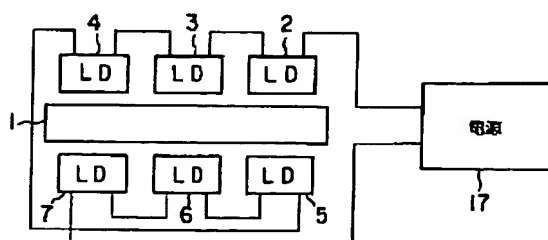
【図7】従来における固体レーザー装置に用いる電源系統の他の構成図。

【図8】従来における固体レーザー装置に用いる電源系統の他の構成図。

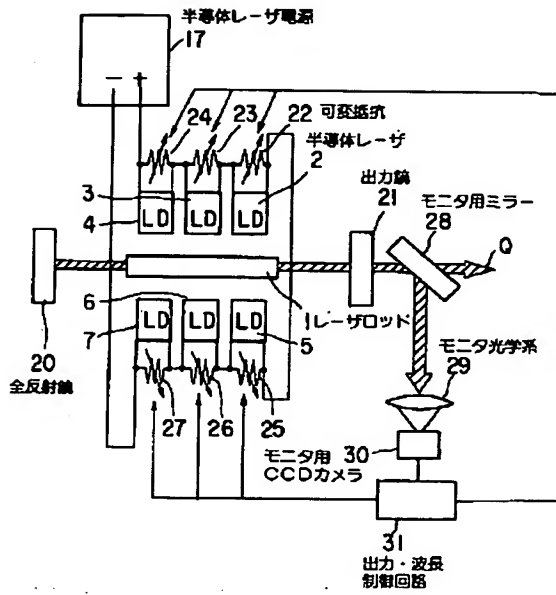
【符号の説明】

- 1：レーザーロッド、
- 2～7：半導体レーザー、
- 20：全反射鏡、
- 21：出力鏡、
- 22～27：可変抵抗、
- 28：モニタ用ミラー、
- 29：モニタ光学系、
- 30：モニタ用CCDカメラ、
- 31：出力・波長制御回路。

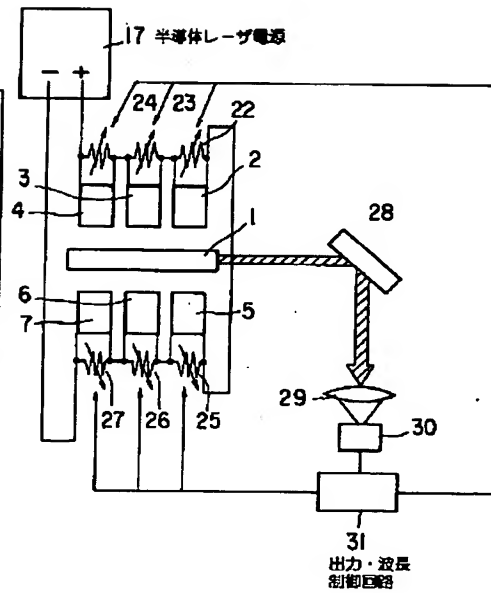
【図8】



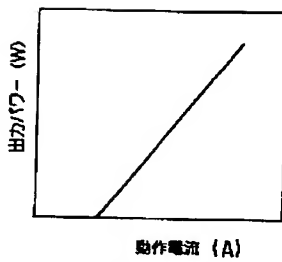
【図1】



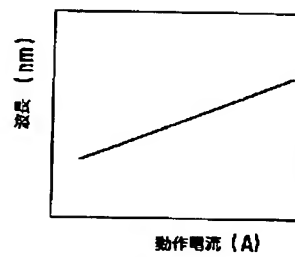
【図2】



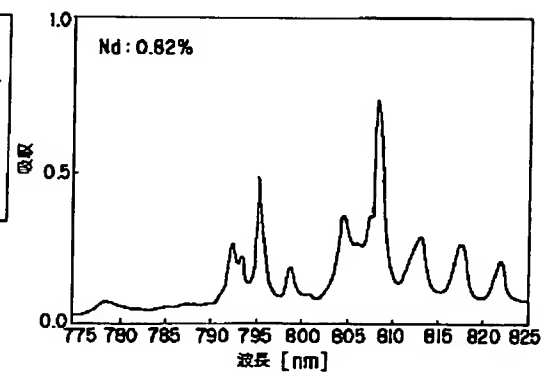
【図3】



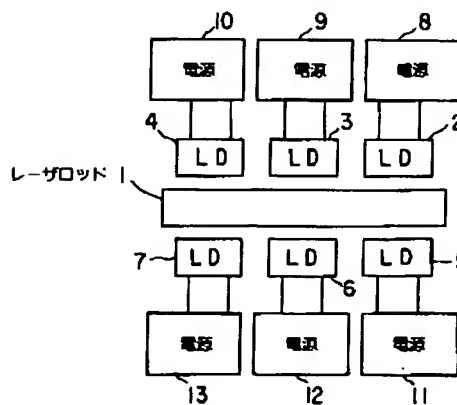
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

